

레거시 AS/RS 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 반자동 입력 및 작업 시간 단축 구현

김찬규, 손익상*

한국전자기술연구원

kimcg@keti.re.kr, *sonis@keti.re.kr

Implementation of semi-automated input and work time reduction for legacy AS/RS dual stacker crane control panels

Kim Chan Gyu, Son Ik Sang*

KETI

요 약

3PL(Third Party Logistics) 물류 창고의 초기 레거시 자동화 시스템(AS/RS)은 물류 팔레트 입고/출고 시마다 작업자가 듀얼 스택커 크레인에 직접 탑승하여 제어 패널 키패드에 수동으로 입고/출고 정보를 입력해야 하는 비효율적인 작업 문제를 안고 있다. 본 연구에서는 이러한 수동 입력 과정을 개선하여 작업 시간을 단축하고자, 작업자가 스마트 기기로 입고/출고 QR(Quick response) 코드 라벨지를 스캔하면 EWM(Extended Warehouse Management) 서버와 AS/RS 디지털 트윈 PC간의 유효한 정보인지 확인 후, 듀얼 스택커 크레인 제어 패널에 연결된 릴레이 스위치 On/Off 보드로 무선 전송하는 원격 반자동 입력 구조의 시스템을 개발했다. 이렇게 개발된 반자동 입력 시스템은 물류 팔레트 10개를 입고하는 실험을 통해 기존 수동 입력 대비 40% 정도 작업시간 단축 효과를 확인할 수 있었다.

I. 서 론

E-commerce의 확산으로 인해 고객들에게 빠른 배송과 더 많은 양의 주문 처리를 위해 현재 AS/RS 시스템은 첨단 소프트웨어와 센서를 활용해서 신속하게 식별 및 검색이 가능하고, 랙 스토리지의 적재, 동작 등의 상태들을 한눈에 확인할 수 있게 해 물류 시스템의 운영 효율성을 극대화한다. 단, [그림 1]과 같은 레거시 AS/RS 시스템은 그렇지 않다.



[그림 1] 레거시 AS/RS 듀얼 스택커 크레인 구조

[그림 1]은 레거시 AS/RS 시스템의 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 수동 입력 구조를 나타낸다. AS/RS High Rack 스토리지는 듀얼 스택커 크레인을 기준으로 좌측과 우측이 있으며, 물류 팔레트 입고는 좌측 입고 리프트, 출고는 우측 출고 리프트를 사용한다.

레거시 AS/RS 시스템에서는 지게차로 물류 팔레트를 입고 리프트에 올려놓고 작업자가 작업 지시서를 가지고 듀얼 스택커 크레인 제어 패널 앞에 가서 수동 입력한다.



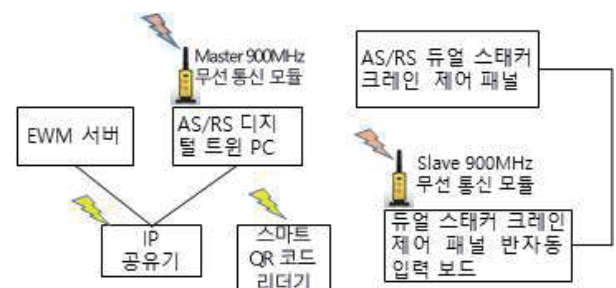
[그림 2] 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 키패드 구조

AS/RS High Rack 스토리지의 물류 팔레트를 입고 시 [그림 2]의 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 키패드 입력 순서는 다음과 같다.

- 1) 입고/출고 입력: ①번 입고 버튼을 누른다.
- 2) 열(좌/우) 입력: ③번 위치에 좌측 열은 숫자 1, 우측 열은 숫자 2를 ⑥ 키패드로 입력한다.
- 3) 번지(깊이) 입력: ④번 위치 숫자를 ⑥ 키패드로 입력한다.
- 4) 단(높이) 입력: ⑤번 위치 숫자를 ⑥ 키패드로 입력한다.
- 5) 작업 시작: ⑦번 출발 버튼을 누른다.

이를 반자동 입력 변환을 통해 작업 시간을 단축하고자 한다.

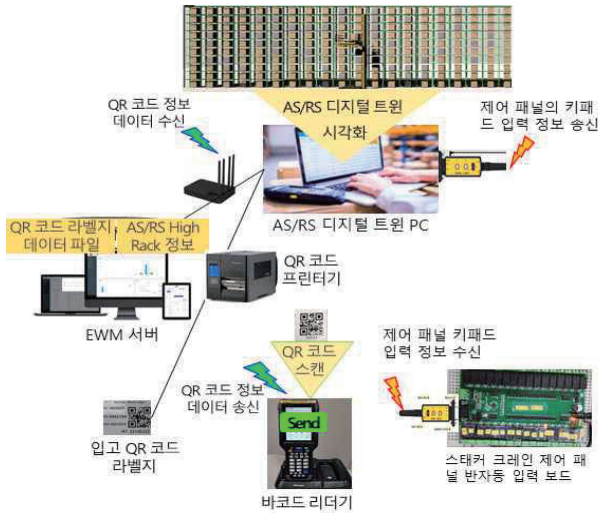
II. 본론



[그림 3] 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 반자동 입력 블록도

[그림 3]은 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 반자동 입력 블록도이다. 주요 구성 요소로 EWM 서버, AS/RS 디지털 트윈 PC, 스마트 QR 코드 리더기 등이 있으며 작동 순서는 다음과 같다.

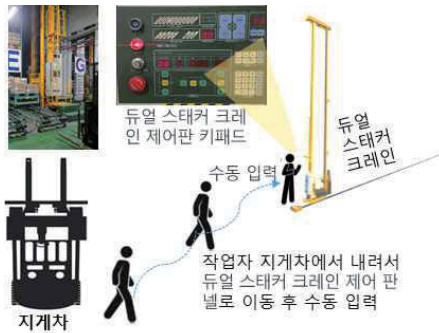
- 1) 스마트 QR 코드 리더기로 입고 라벨의 QR 코드를 스캔한다.
- 2) 스캔된 정보를 EWM 서버로 보내 AS/RS High Rack 스토리지 정보를 조회한다.
- 3) EWM 서버의 응답을 받은 AS/RS 디지털 트윈 PC가 스택커 크레인 제어 패널에 무선으로 신호(릴레이 On/Off)를 보내 입력을 자동 수행한다.



[그림 4] 듀얼 스택커 크레인 제어판 반자동 입력 전체 구성도

[그림 4]은 듀얼 스택커 크레인 제어판의 키패드 반자동 입력의 전체 구성도를 나타낸 것이다.

듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 수동 입력과 반자동 입력의 시간 단축 효과를 입증하기 위해, AS/RS High Rack 스토리지 E열 (좌측 열)과 F열 (우측 열)에 다음과 같이 실험 환경을 구축해 비교하였다.



[그림 5] 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 키패드 수동 입력

[그림 5]는 수동 입력 실험을 나타낸다. 지게차로 입고 리프트에 물류 팔레트를 올려놓은 상태에서 작업 지시서를 가지고 지게차에서 내린 다음 AS/RS High Rack 스토리지 E열 작업에 해당되는 듀얼 스택커 크레인 제어 패널 앞에 가서 직접 수동으로 입력에 걸린 시간을 측정하였다.



[그림 6] 듀얼 스택커 크레인 제어 패널 반자동 입력

[그림 6]은 반자동 입력 실험을 나타낸다. 입고 리프트에 올려진 물류 팔레트의 QR 코드 입고 라벨지를 지게차에서 스마트 QR 코드 리더기로 스캔하고, 스마트 QR 코드 리더기 화면의 SEND UI를 누른다. 이 후 스택커 크레인 제어 패널 반자동 입력 보드에 첫 번째

입고 릴레이 스위치 LED가 켜지고 나서 마지막 출발 릴레이 스위치 LED가 꺼질 때까지의 시간을 측정하였다.

실험은 물류 팔레트 10개 입고 작업의 수동 입력과 반자동 입력 시간을 측정해서 비교하였다.

[표 1]은 AS/RS High Rack 스토리지 E열 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 키패드에 물류 팔레트 10개 입고 작업의 수동 입력과 반자동 입력 시간을 측정한 시간을 표로 나타내었다.

입력 횟수	AS/RS 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 키패드 입고 입력 데이터	수동 입력 시간(s)	반자동 입력 시간(s)
1	HE0103	00:15	00:09
2	HE0104	00:15	00:09
3	HE0105	00:15	00:08
4	HE0106	00:14	00:09
5	HE0107	00:14	00:08
6	HE0108	00:15	00:08
7	HE0110	00:13	00:09
8	HE0405	00:14	00:08
9	HE3502	00:13	00:08
10	HE3609	00:13	00:08
시간 합계		141	84

[표 1] 수동 입력과 반자동 입력 시간 측정

실험 결과 물류 팔레트 10개 입고 작업의 수동 입력 시간 합은 141초, 반자동 입력 시간 합은 84초로 측정되었다. AS/RS 듀얼 스택커 크레인 제어 패널의 키패드 입력은 수동 입력보다, 스마트 QR 코드 리더기로 반자동 입력하는 것이 시간을 더 단축한다는 것을 알 수 있다. 참고로 작업자의 수동 입력일 때와 반자동 입력일 때 행위 간의 오차 범위는 1~2초로 나타났다.

III. 결론

본 논문에서는 실험 결과 스마트 기기 QR 코드 스캔 기반 원격 반자동 입력은 작업자가 지게차에서 내려 직접 듀얼 스택커 크레인에 직접 탑승하여 수동 입력하는 것에 대비해 40% 정도 단축하는 높은 효율성을 입증했다. 다만, 실제 레거시 AS/RS 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 변경 제약으로 인해 기존 듀얼 스택커 크레인 제어 패널 키패드 하드웨어에 연결하여 테스트까지는 진행하지 못했다. 향후 모형 시스템을 통해 입고뿐만 아니라 출고 실험까지 검증을 마친 후 현장에 적용한다면, 물류 작업의 효율성을 크게 향상시킬 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2025년도 산업통상자원부 재원으로 한국산업기술평가원의 지원을 받아(지식서비스산업기술개발사업, 과제번호 20023504) 수행된 연구임.

참 고 문 헌

- [1] Shuoyan Chou, S-Y Chou, Shuo Yan Chou, Shou-Yan Chou, "Performance of Dual Stacker Automated Storage and Retrieval System (AS/RS) with Double-Deep Configuration," 2023 IEEE 5th Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE), Yunlin, Taiwan, 2023, pp. 683-687
- [2] Tony Wauters, Fulgencia Villa, Jan Christiaens, Ramon Alvarez-Valdes, Greet Vanden Berghe, "A decomposition approach to dual shuttle automated storage and retrieval systems", Computers & Industrial Engineering, Volume 101, pp. 325-337, 2016